

小児特発性心室頻拍の臨床的特徴と  
電気生理学的特徴

日本大学医学部小児科学系小児科学分野

福原 淳示

2012 年

指導教員 麦島 秀雄

小児特発性心室頻拍の臨床的特徴と  
電気生理学的特徴

日本大学医学部小児科学系小児科学分野

福原 淳示

2012 年

指導教員 麦島 秀雄

## 目 次

ア) 概 要	1 頁
イ) 緒 言	3 頁
ウ) 対象と方法	7 頁
エ) 結 果	11 頁
オ) 考 察	16 頁
カ) まとめ	21 頁
キ) 謝 辞	23 頁
ク) 表	24 頁
ケ) 図	27 頁
コ) 図説	36 頁
サ) 参考資料	37 頁
シ) 引用文献	40 頁
ス) 研究業績	48 頁

## 概 要

【背景および目的】特発性心室頻拍は器質的心疾患のない心室頻拍と定義され、予後良好とされている。しかし、突然死やうっ血性心不全のリスクも報告されている。著者は電気生理学的検査を用いて小児の特発性心室頻拍の臨床的特徴と電気生理学的特徴を評価した。

【対象と方法】対象は身体所見、胸部 X 線写真、心臓超音波検査で器質的心疾患を除外された特発性心室頻拍 50 例（平均  $11.5 \pm 3.5$  歳）である。臨床的特徴、発生起源、誘発性、発生機序、カテーテルアブレーションの効果について評価した。

【結果】無症状で発見された症例は 18 例(36%)であった。突然死例はいなかった。心室頻拍は右室起源が 30 例(60%)で、そのうち 97%が流出路起源であった。左室流出路起源のうち、50%が心外膜起源と考えられた。運動負荷で 50%以上の児に心室頻拍が誘発されたが、機序によって誘発性に差はなかった。心室頻拍の発生機序は、右室起源ではトリガードアクティビティー(40%)と自動能(43%)が多くリエントリー(17%)は少数で、左室起源では自動能(40%)とリエントリー(50%)が多くトリガードアクテ

ィビティ(10%)が少数であった。また、右室起源のなかに、verapamil 感受性リエントリーや verapamil 非感受性リエントリーと考えるものもあった。カテーテルアブレーションは 72%で成功したが、機序による成功率の差はなかった。

【結論】 小児の特発性心室頻拍の機序は右室起源の心室頻拍ではリエントリーが、左室起源の心室頻拍ではトリガードアクティビティの頻度は少なかった。また、ベラパミル感受性心室頻拍以外の特発性心室頻拍の中にも器質的心疾患症例にみられるリエントリー性心室頻拍の存在が確認された。

## 緒 言

心室頻拍は、心室(His 束および His 束以下の刺激伝導系も含む)を起源とする期外収縮の 3 連発以上、心室拍数 100~120/分以上の頻拍である。持続時間が 30 秒未満の場合を非持続性、30 秒以上または 100 発以上連続する場合を持続性と呼び、単一の QRS 波形のものを単形性心室頻拍、2 種類以上の QRS 波形を持つものを多形性心室頻拍と呼ぶ<sup>1)</sup>。特に、器質的心疾患の合併がない心室頻拍を特発性心室頻拍(idiopathic ventricular tachycardia; IVT)という。小児の心室頻拍の分類を表 1 に示す。

心室頻拍の診断は、発作時 12 誘導心電図、Holter 心電図、運動負荷心電図などを用いて行なう。確定診断、発生起源や発生機序、そしてカテーテルアブレーションを含めた治療法の選択およびその評価を行なうためには電気生理学的検査(electrophysiological study; EPS)が必要である。従来、EPS は透視下で行なっていたが、現在では三次元(3D)マッピングが用いられるようになり、透視時間が激減した。本邦で主に使われているのは、electroanatomical mapping(CARTO, Biosense-Webster 社)、Non-contact mapping(EnSite Array, St. Jude Medical 社)、EnSite NavX (St. Jude Medical 社)である。

心室頻拍の治療は薬物治療が中心であったが、現在は小児においてもカテーテルアブレーションが主流となってきている<sup>2)</sup>。日本循環器学会から発行されているガイドラインでは<sup>3)</sup>、小児におけるアブレーションは、成人で適応とされる不整脈に対する有効性を認識して適応を考慮するとともに小児の特殊性を考慮する必要がある記載されている。心室頻拍に対しての推奨度は、突然死ニアミスおよび失神の既往がある心室頻拍、頻拍の持続により心室機能が低下した心室頻拍、血行動態の異常を伴う薬物治療抵抗性心室頻拍は **Class I**。薬物が有効であるが血行動態の異常を伴う心室頻拍、非持続性心室頻拍は **Class IIb** である。カテーテルアブレーションは、カテーテルを使用して不整脈の原因となる心筋部位の蛋白を変性させることで不整脈を治療する方法で、そのエネルギーは種々あるが、本邦では高周波エネルギーのみが承認されている。欧米では症例に応じて冷凍法を使用することもあるが<sup>4)</sup>、本邦では未承認である。一方、高周波通電中に生理的食塩水によりカテーテル先端を冷却し、血栓を予防するとともに、より深い焼灼創を作ることが可能なカテーテル(イリゲーションカテーテル)などの使用は可能であり、技術的な進歩は目覚ましいものがある<sup>5)</sup>。

臨床心臓電気生理学は 1969 年の Scherlag らのヒト His 束電位記録法の確立によって始まったとされている<sup>6)</sup>。高周波カテーテルアブレーション (radiofrequency catheter ablation: RFCA) は欧米では 1980 年代に開始され、本邦でも 1994 年に高周波カテーテルアブレーションの保険適応が認められた。当科でも 1987 年から EPS を、1992 年から高周波カテーテルアブレーションを施行している。

心室頻拍の発生機序には、自動能亢進、トリガードアクティビティ、リエントリーがあり、各々に特有の電気生理学的特徴がある。

刺激伝導系心筋細胞は自動能をもち、再分極後ゆっくりと脱分極を開始し、一定の閾値に達すると自ら興奮する。心房や心室の作業心筋に自動能はないが、心室筋の自動能が亢進すると心室頻拍となる。自動能亢進の特徴は、(1) 自律神経の影響で頻拍周期が変動する、(2) 体動、発熱、 $\beta$  受容体刺激薬などで頻拍が起きやすい、(3) プログラム刺激で頻拍は誘発されない、(4) カルディオバージョンや overdrive pacing で頻拍は停止しない、(5) 頻拍開始時に心拍数が徐々に増加 (warm up) し、停止前には徐々に減少 (cool down) する、(6) 停止や抑制に Ca 拮抗薬が有効、Na 遮断薬が無効などである<sup>1)</sup>。



自動能のない心筋細胞でも活動電位直後に振動性活動電位が再び出現し、ある閾値を超えると興奮が発生し、繰り返せば心室頻拍となる。このような発生機序をトリガードアクティビティーという。活動電位の再分極過程 2 相または 3 相で発生する後電位を早期後脱分極 (early afterdepolarization : EAD)、第 4 相に発生する後電位を遅延後脱分極 (delayed afterdepolarization : DAD) と呼ぶ。トリガードアクティビティーの特徴としては、(1)プログラム刺激により誘発、停止が可能であるが再現性が少ない、(2)entrainment 現象が認められない、(3)ATP、Ca 拮抗剤が有効であるなどである<sup>1)</sup>。

リエントリーは興奮波が輪を作るように旋回し、再び元の位置を興奮させる頻拍である。リエントリーが成立するためには回路の存在、緩徐伝導の存在、一方向性ブロックの存在が不可欠である。特徴としては、(1)頻拍周期が一定である、(2)頻拍は突然開始し、突然停止する、(3)プログラム刺激により再現性をもって誘発、停止が可能である、(4)心内電位で fractionated electrogram などの伝導遅延部位を認める、(5)ATP は無効であるなどである。verapamil 感受性心室頻拍はリエントリー性心室頻拍であるが verapamil に特異的に感受性がある<sup>1)</sup>。

成人の特発性心室頻拍の電気生理学的特徴はよく知られている<sup>7-10)</sup>。  
しかし、小児の電気生理学的特徴の報告はほとんどない<sup>11-14)</sup>。小児の大規模研究は Pfammatter らにより報告されている<sup>11)</sup>。彼らは、右室流出路起源の心室頻拍が 70%と最も多く、その機序は自動能亢進かトリガー  
ドアクティビティであるとして報告している。過去には、小児特発性心室頻拍の臨床的特徴と予後をまとめた研究はいくつかあるが<sup>11-15)</sup>、電気生理学的機序については詳細に検討されていない。小児の特発性心室頻拍は予後良好とされているが、突然死やうっ血性心不全のリスクも報告されている<sup>11, 15)</sup>。従って、患児を安全に管理するためには臨床的特徴、電気生理学的特徴を十分に理解することが必要である。

本研究の目的は、小児特発性心室頻拍の臨床的特徴と電気生理学的機序を詳細に検討することである。

## 対象と方法

1987年7月から2011年3月までに当院でEPSやカテーテルアブレーション

ションを施行した単形性心室頻拍の18歳未満の児を対象とし、入院診療録を後方視的に検討した。多形性心室頻拍、EPSやカテーテルアブレーションを施行しなかった児、身体所見、胸部X線写真、心エコーで基礎心疾患を認めた児は除外した。このうち著者がEPSやアブレーションに携わっているのは、2006年5月以降の症例である。

運動負荷試験はトレッドミル運動負荷試験(modified Bruce法)を施行した。

家族からインフォームドコンセントを得た後、静脈麻酔下でEPSを施行した。抗不整脈薬は少なくとも、それぞれの薬剤の半減期の5倍以前の日時に中止した。電極カテーテルは大腿静脈、鎖骨下もしくは頸静脈から挿入し、右房、右室、三尖弁中隔尖、冠静脈洞に留置した。

頻拍の誘発は、右室心尖部と流出路から連続刺激と3発までの期外刺激(基本刺激はcycle lengthの2倍で8発)で心室プログラム刺激を施行した。頻拍が誘発されなかった場合は、Isoproterenol 0.01~0.03 $\mu$ g/kg/min投与下で上記のプログラム刺激を繰り返した。

トリガードアクティビティーやベラパミル感受性リエントリーを機序とする心室頻拍を疑った症例は、心室頻拍が誘発された後に、ATP 0.1-0.3mg/kg/doseやverapamil 0.1mg/kg/doseを投与した。

心室頻拍の発生起源は体表面心電図、最早期興奮部位、pace mapping、3Dマッピングシステム（CARTO, Biosense - Webster）、カテーテルアブレーションの頻拍停止部位から推測し、透視と3Dマッピングシステムの位置情報を元に解剖学的に、右室流出路、右室心尖部、左室流出路、左室心尖部、左室中隔、左室側壁に分類した。最早期興奮部位は心内の多数か所の電位記録を行い、12誘導心電図のQRS波の開始との早期性を比較して発生起源を推測した<sup>16)</sup>。Pace mappingは頻回刺激によるQRS波形と心室頻拍中のQRS波形とが最も酷似している部位で発生起源を推測した<sup>17)</sup>。3Dマッピングシステム(CARTO)では電極カテーテルによる電気的情報と磁気を利用して得られる電極カテーテルの位置をコンピュータ処理することで、三次元画像で電气的現象をより詳細に分かりやすく抽出することができ、心内電位の興奮順序を示すactivation mappingを用い最も早く興奮する部位で発生起源を推測した<sup>18)</sup>。

心室頻拍の機序は、EPSを、1. プログラム刺激での頻拍の誘発、2. 誘発された頻拍のプログラム刺激での停止、3. 誘発された頻拍に対する **entrainment pacing**、4. 誘発された頻拍に対するATP投与の順に施行し、次のように定義した。プログラム刺激で再現性をもって誘発と停止を認め、**entrainment**現象が証明されたものをリエントリーとし、プログラム刺激で誘発と停止を認めるが再現性がなく、ATPで停止するものをトリガードアクティビティーとし、プログラム刺激で誘発と停止を認めないものを自動能とした。

カテーテルアブレーションは、カテーテルアブレーション後に、いかなる刺激でも頻拍が誘発されず、また、退院までに頻拍の再発がないものを成功と定義した。

統計学的解析は、JMP v5.1 (SAS Institute Inc, NC, USA)を使用した。運動誘発性、プログラム刺激による誘発性、ATPの感受性について、右室と左室の2群に分け統計解析を行った。また、運動誘発性とアブレーション成功率について、発生機序（トリガードアクティビティー、自動能、リエントリー）を3群に分け統計解析を行った。Fisher's exact probability testと

Pearson's chi-square testを行い、 $p < 0.05$ を統計学的に有意であるとした。

本研究は日本大学医学部附属板橋病院の臨床研究審査委員会の承認を得ている。

## 結 果

### ・対象

対象は50例（男20例、女30例）、平均年齢は $11.5 \pm 3.5$ 歳（3-17歳）であった。平均体重は $41.7 \pm 15.6$ kg（13.5-98.1kg）、平均身長は $147.2 \pm 18.5$ cm（97.0-172.6cm）、平均体表面積は $1.25 \pm 0.39$ m<sup>2</sup>（0.60-2.11m<sup>2</sup>）であった。

### ・臨床症状（表2）

臨床的に認められた心室頻拍中に症状を認めたのは32例(64%)で、18例(36%)は無症状であった。有症状の症例は、失神が3例(6%)、めまいが1例(2%)、動悸や胸痛が20例(40%)、その他の症状が8例(16%)であった。

心停止で発見された症例はいなかった。無症状のうち 13 例(26%)は学校心臓検診で発見され、5 例(10%)は他の疾患での診察時の聴診で頻脈や脈の不整の聴取、また、心電図で発見された。

- ・ 心電図の特徴

臨床的に認められた心室頻拍の心電図の特徴は持続性が 31 例(62%)、非持続性が 19 例(38%)であった。心室頻拍中の QRS 波形は左脚ブロックパターンが 34 例(68%)、右脚ブロックパターンが 16 例(32%)であった。

- ・ 抗不整脈薬

術前に抗不整脈薬が 26 人(52%)に使用されていた。使用された薬剤は、propranolol、metoprolol、atenolol、nadolol、mexiletine、flecainide、disopyramide、procainamide、verapamil であった。26 人中 16 人は抗不整脈薬で心室頻拍がコントロールできなかった。

- ・ 心室頻拍の起源 (図1)

心室頻拍の発生起源は、右室起源が30例(60%)、左室起源が20例(40%)であった。右室起源では心尖部起源の1例を除く29例が流出路起源であった。左室起源では流出路起源が6例、心尖部起源が7例、中隔起源が6例、

側壁起源が1例であった。右室流出路起源の1例、左室流出路起源3例で心外膜起源が疑われた。

- ・ 心室頻拍の誘発

運動負荷試験では右室起源心室頻拍の19人(63%)、左室起源心室頻拍の9人(45%)で心室頻拍が誘発された(図2)。運動誘発性は右室起源と左室起源で有意差はなかった( $P=0.20$ )。次に、心室頻拍の機序別に運動負荷試験による心室頻拍誘発性を検討した(図3)。自動能の52%、トリガーアクティビティの71%、リエントリーの47%が運動により心室頻拍が誘発され、これらの中に有意差は認めなかった( $P=0.37$ )。

心室プログラム刺激で右室起源心室頻拍の14人(47%)、左室起源心室頻拍の7人(35%)が誘発された(図4)。プログラム刺激による誘発性は右室起源と左室起源で有意差はなかった( $P=0.41$ )。

- ・ 心室頻拍の薬効評価

頻拍中ATPを20例に投与したところ、14例(70%)で心室頻拍が停止した(図5)。右室流出路起源は15例中12例、左室流出路起源は2例中1例、左室心尖部起源は2例中1例、左室中隔起源は1例中0例で心室頻拍が



停止した。ATPの感受性は右室起源と左室起源で有意差はなかった (P=0.09)。

Verapamilは12例に投与され、11例 (92%) で心室頻拍が停止した。

右室流出路起源は2例中1例、左室流出路起源は2例中2例、左室心尖部起源は6例中6例、左室中隔起源は3例中3例で心室頻拍が停止した。

#### ・ 心室頻拍の機序

プログラム刺激と薬効評価から推定した心室頻拍の機序は、右室起源心室頻拍はトリガードアクティビティが12人 (40%)、自動能が13人 (43%)、リエントリーが5人 (17%) で、左室起源心室頻拍はトリガードアクティビティが2人 (10%)、自動能が8人 (40%)、リエントリーが10人 (50%) であった (図6)。

運動負荷試験、心室プログラム刺激の誘発性、薬効評価、機序についてのまとめを表3に示す。

#### ・ カテーテルアブレーション

カテーテルアブレーションは43例に施行した (図7)。施行されなかった症例は、カテーテルアブレーションをしていなかった時代の症例が5例、

心室頻拍のフォーカスがHis電位記録部位に非常に近くアブレーション不能と判断した症例と自動能で心室頻拍が誘発できなかつた症例が1例ずつ、総計7例であった。

カテーテルアブレーションを施行した43例のうち、31例72%で根治に成功した(図8)。カテーテルアブレーションを施行した17例の自動能心室頻拍のうち、12例(71%)はアブレーションに成功し、不成功であったうち1例は抗不整脈薬でコントロール、4例は無投薬でフォローされた。カテーテルアブレーションを施行した14例のトリガードアクティビティー心室頻拍のうち、11例(79%)はアブレーションに成功し、不成功であったうち2例は抗不整脈薬でコントロール、1例は無投薬でフォローされた。カテーテルアブレーションを施行した12例のリエントリー心室頻拍のうち、8例(67%)はアブレーションに成功し、不成功であった4例は抗不整脈薬でコントロールされた。心室頻拍の機序によるアブレーション成功率を検討では、機序によるアブレーションの成功率に有意差はなかった( $P=0.78$ )(図9)。

不成功例12例の内訳は、心外膜起源と考えられた4例、His東近傍の

ためアブレーション不能と判断した3例、自動能で誘発できずにアブレーションが不成功であった2例、手技的な問題で不成功に終わった3例であった。

カテーテルアブレーションにより後遺症を残すような合併症はなかった。

#### ・予後

92.8±76.9 か月の経過観察期間中に突然死した症例はなかった。

### 考 察

本研究は、小児特発性心室頻拍の中で単形性心室頻拍について検討し、多形性心室頻拍は含めていない。器質的心疾患を伴わない多形性心室頻拍には、遺伝性であるカテコラミン誘発多形性心室頻拍<sup>19)</sup>、QT延長症候群<sup>20)</sup>、Brugada症候群<sup>21)</sup>が含まれ、非常に予後が悪く、本研究で対象としている予後良好とされている単形性心室頻拍とは異なると考え、対象から除外した。また、本研究ではEPSやカテーテルアブレーションを施行した症例のみを対象としたが、抗不整脈薬でコントロールされた症例や、無投薬で経過観察している症例も含め比較検討するべきであった。

さらに、本研究では心停止で発見された症例や、経過観察中に突然死した症例がいなかったため、予後良好例と不良例の比較検討ができなかった。

成人の特発性心室頻拍は流出路起源心室頻拍の90%以上が右室流出路起源である<sup>22)</sup>。また、右室起源のほとんどが流出路起源であるが<sup>22)</sup>、肺動脈弁起源などもある<sup>23)</sup>。左室起源の心室頻拍は心内膜起源や心外膜起源もあり<sup>24)</sup>、バルサルバ洞起源と同様にaorto-mitral continuity周辺起源の報告もある<sup>25, 26)</sup>。本研究では、右室起源心室頻拍は60%と過去の報告よりもやや少ないが、右室起源心室頻拍の97%は流出路起源であり、それ以外は心尖部起源の1例のみであった。また左室流出路起源の6例中3例で心外膜起源が疑われた。

右室流出路起源心室頻拍は一般的にadenosineやverapamilに感受性がある<sup>27)</sup>。この機序は細胞内cyclic AMPの増加に基づく遅延後脱分極によるトリガードアクティビティが機序として最も考えられている<sup>27)</sup>。一方、左室流出路起源心室頻拍は臨床的特徴、機序や電気生理学的特性が右室流出路起源心室頻拍に類似しているが、詳細は不明である。Iwaiらの報告によると、122人の成人の流出路起源心室頻拍のうち右室流出路起

源が100人(82%)、左室流出路起源が22人(18%)であった<sup>7)</sup>。この報告では右室流出路起源の41%、左室流出路起源の50%で持続性心室頻拍がであった。右室流出路起源の66%と左室流出路起源の73%がカテコラミンで誘発された。右室流出路起源の88%と左室流出路起源の78%がadenosineに感受性があり、右室流出路起源の70%と左室流出路起源の80%がCaブロッカーに感受性があった。よって、右室流出路起源心室頻拍と左室流出路起源心室頻拍は、細胞内cyclic AMPの増加に基づく遅延後脱分極によるトリガードアクティビティーを機序とする同一な機序の、同一発生部位の「流出路不整脈」と考えるべきであると結論づけている<sup>7)</sup>。自験例では左室流出路起源心室頻拍の67%は自動能と考えられ、33%がトリガードアクティビティーと考えられた。また、右室流出路起源心室頻拍のなかに、verapamil 感受性リエントリーやverapamil非感受性リエントリーと考えるものもあった。

小児の心室頻拍は運動に関連していることが多いと報告されている<sup>28-31)</sup>。Rocchiniらは心室頻拍の児21人のうち9人(43%)でトレッドミル運動負荷試験により心室性不整脈が増加したと報告している<sup>28)</sup>。これら

のうち携帯式モニタリングでは 88%、運動負荷試験では 57%で心室頻拍が認められた。Deal らは心室頻拍の児 24 人中 9 人(38%)で運動に関連する症状があったと報告している<sup>31)</sup>。その 9 人のうちトレッドミル運動負荷試験で 5 人が持続性、1 人が非持続性心室頻拍が誘発された。運動に関連する症状のなかった 15 人のうち 1 人だけ、運動で非持続性心室頻拍が誘発された。自験例では 50%以上が運動で誘発された。運動に関連する心室頻拍の機序はトリガードアクティビティーとされている。しかし、我々の知る限り運動誘発性心室頻拍の機序についての詳しい報告はない。本研究では、トリガードアクティビティーを機序と考える 14 人のうち 10 人(71%)、自動能を機序と考える 21 人のうち 11 人(52%)、リエントリーを機序と考える 15 人のうち 7 人(47%)が運動で心室頻拍が誘発された。機序によって運動による心室頻拍の誘発性に差はなかった。

成人の特発性心室頻拍のカテーテルアブレーションは高い成功率が証明されている<sup>32)</sup>。小児でも同じような報告がいくつかあり、安全性と有効性が示されており、左室起源、右室起源ともに成功率は83-88%である<sup>33-35)</sup>。自験例では、カテーテルアブレーションの成功率は72%であった。

心外膜起源心室頻拍でアブレーションが不成功であった4例は心内膜とバルサルバ洞からのアブレーションであった。Tannerらの報告によると、33人の特発性流出路起源心室頻拍のうち5人が右室、左室の心内膜から、もしくはバルサルバ洞からでアブレーションができなかった<sup>36)</sup>。そのうち、3人は冠静脈内から、2人は経心外膜でアブレーションが成功した。心外膜起源の心室頻拍では、冠静脈アプローチや経心外膜アプローチでアブレーションすることができる<sup>36)</sup>。しかし、小児の報告例は少なく、冠静脈穿孔や心タンポナーデのリスクがあり、今後の課題である。また、イリゲーションカテーテルなどで心外膜起源症例の成功率が上昇する可能性も考えられる。

自験例で、His束近傍のためアブレーションが不能と判断した症例に関しては、クライオアブレーションが有用かもしれない。しかし、検査中に誘発できない自動能のカテーテルアブレーションは困難である。

Non-contact mapping(Ensite Array)が非持続性心室頻拍や心室性期外収縮に対して有効との報告もある<sup>37)</sup>。

右室流出路起源心室頻拍と左室起源心室頻拍で、カテーテルアブレー

ションの成功率は小児でもかなり高く、これらにカテーテルアブレーションは勧められる。しかし、自動能を機序とする心室頻拍では、抗不整脈薬が治療の第一選択になるかもしれない。今後、より小さなマッピングシステムや心室頻拍発生の同時記録の発達が自動能心室頻拍のカテーテルアブレーションを容易にする可能性もある。また、小さなサイズの植込み型除細動器の発達はカテーテルアブレーションや抗不整脈でコントロールできない心室頻拍の子供たちにとって有用かもしれない。

#### まとめ

小児特発性心室頻拍の機序は様々だが、右室起源心室頻拍におけるリエントリーや、左室起源心室頻拍におけるトリガードアクティビティーの頻度は多くなかった。

また、従来から報告が少ない、ベラパミル感受性心室頻拍以外の特発性心室頻拍の中にも、器質的心疾患症例にみられるリエントリー性心室頻拍の存在が確認された。



本研究ではその後（約 8 年間）突然死をした症例はなく、小児の特発性心室頻拍は比較的安全な不整脈であると考え、カテーテルアブレーションの安全性と有効性を考え治療の選択肢とすべきと考えた。

また、小児の特発性心室頻拍の臨床的特徴、電気生理学的特徴を十分に理解することが、適切な薬物治療、カテーテルアブレーションの選択、そして、患児を安全に管理することにつながると考える。

## 謝 辞

本研究論文をご校閲いただいた日本大学医学部小児科学系小児科学分野の麦島秀雄主任教授に深謝致します。また直接ご指導いただいた住友直方準教授に深謝いたします。

表 1

表 小児の心室頻拍の分類

---

- 器質的心疾患を伴わない心室頻拍
    - 1 特発性
    - 2 遺伝性
      - (ア) カテコラミン誘発多形性心室頻拍
      - (イ) QT 延長症候群
      - (ウ) ブルガダ症候群
    - 3 電解質異常、代謝異常
  - 器質的心疾患に伴う心室頻拍
    - 1 先天性心疾患術後
    - 2 心筋症
      - (ア) 拡張型
      - (イ) 肥大型
      - (ウ) 左室緻密化障害
      - (エ) 不整脈原性右室心筋症
    - 3 心臓腫瘍
    - 4 心筋炎
-

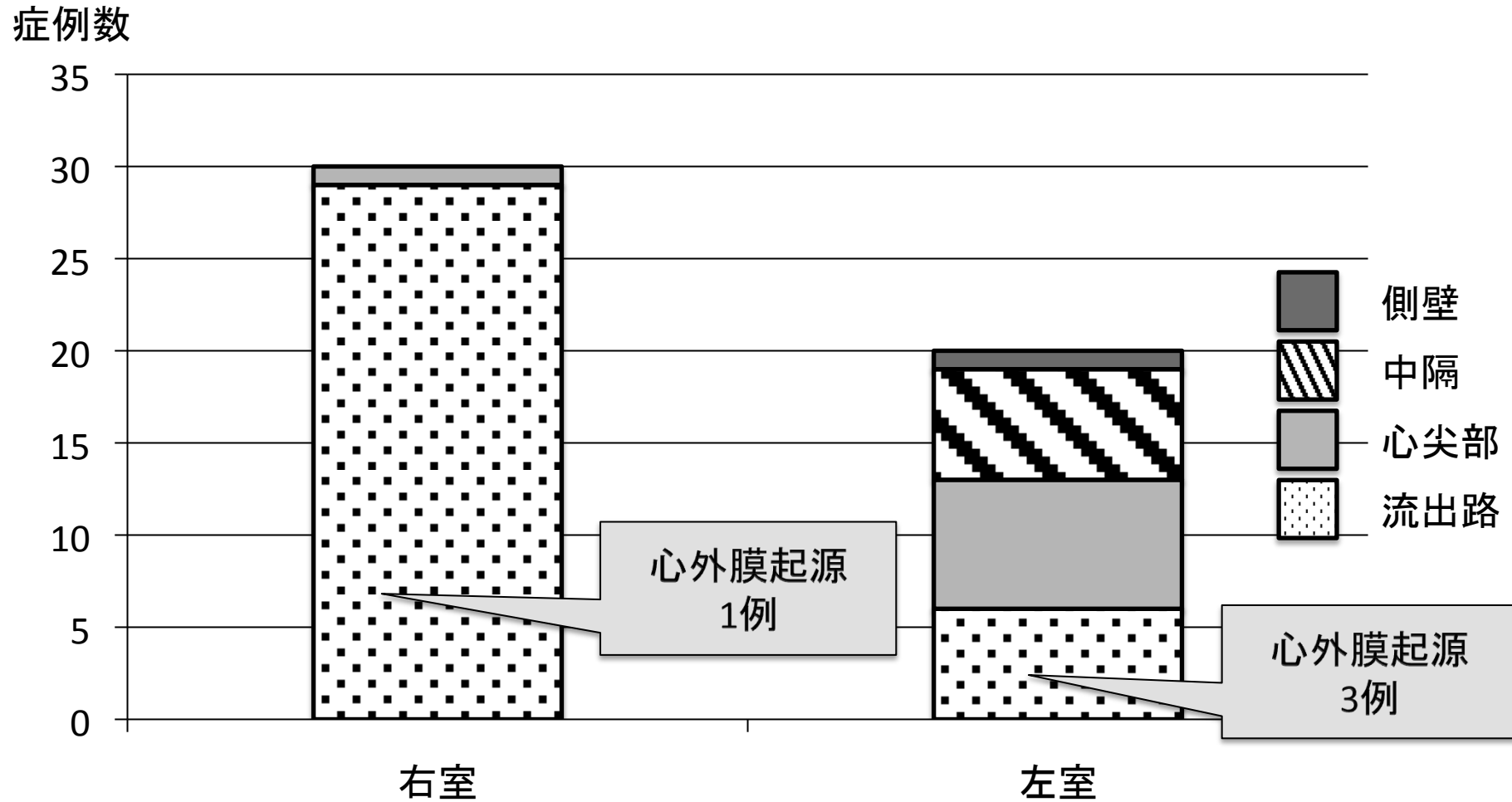
表 2

症 状 そ の 他	症例数 (%)
有症状	32 (64%)
失神	3 (6%)
めまい	1 (2%)
動悸／胸痛	20 (40%)
その他	8 (16%)
無症状	18 (36%)
学校心臓検診	13 (26%)
他の疾患での診察時の聴診や心電図	5 (10%)

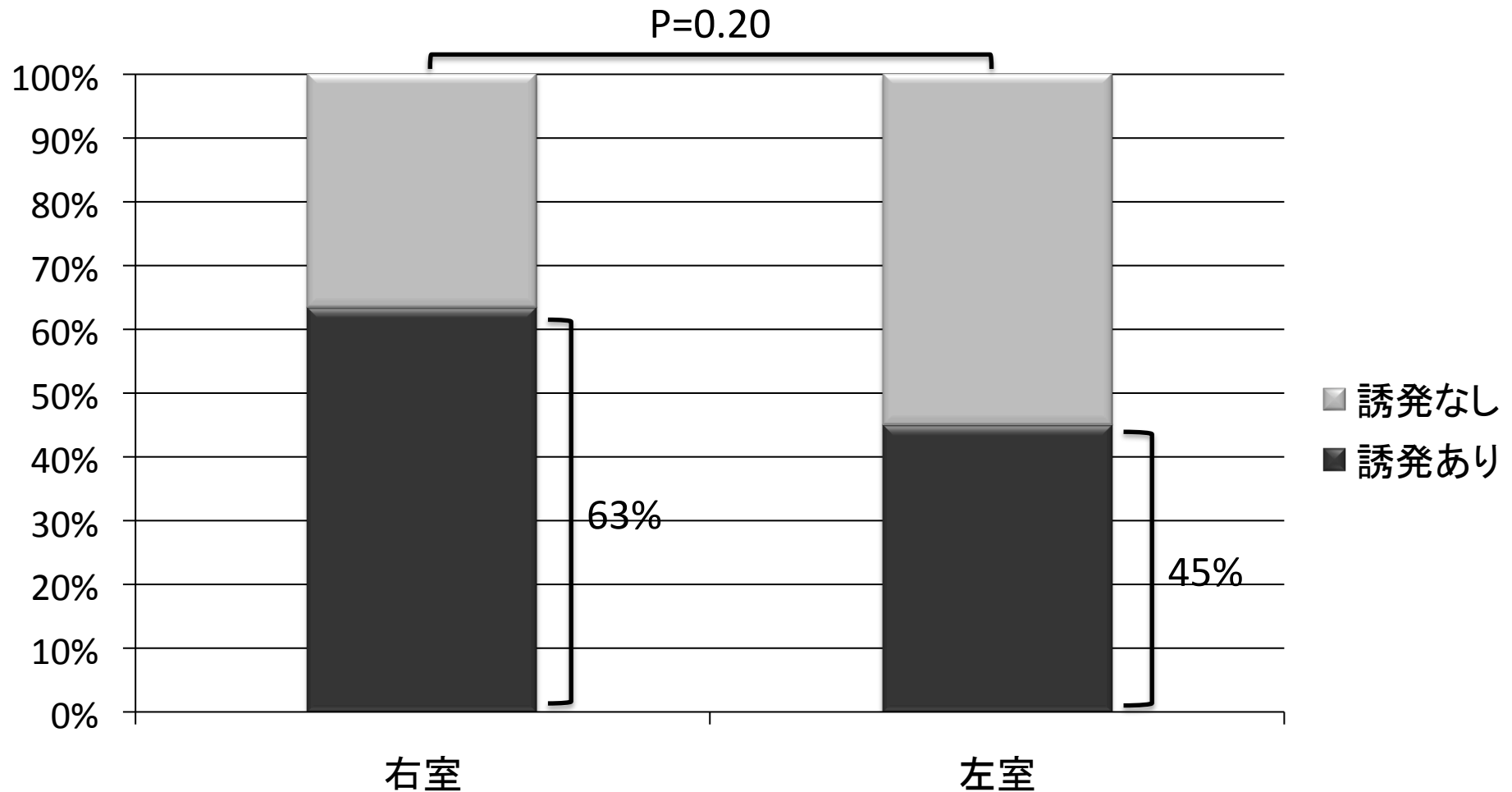
表 3

	右室起源	左室起源
運動負荷試験で誘発	19 / 30 (63%)	9 / 20 (45%)
心室プログラム刺激で誘発	14 / 30 (47%)	7 / 20 (35%)
ATP で停止	12 / 15 (80%)	2 / 5 (40%)
Verapamil で停止	1 / 2 (50%)	11 / 11 (100%)
トリガードアクティビティ	12 / 30 (40%)	2 / 20 (10%)
自動能	13 / 30 (43%)	8 / 20 (40%)
リエントリー	5 / 30 (17%)	10 / 20 (50%)

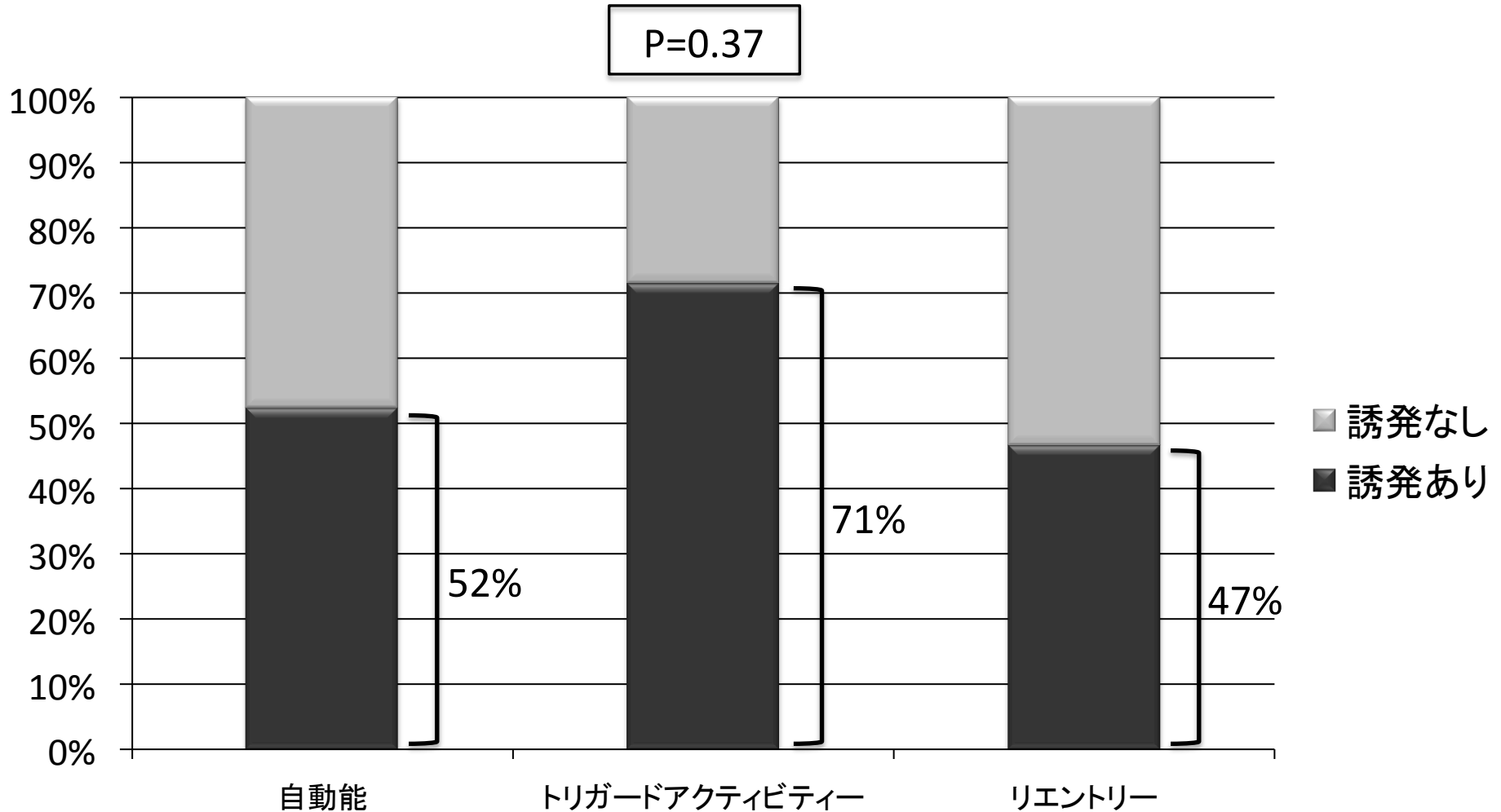
# 図1 心室頻拍の発生起源



# 図2 運動による心室頻拍の誘発性 (発生起源での検討)

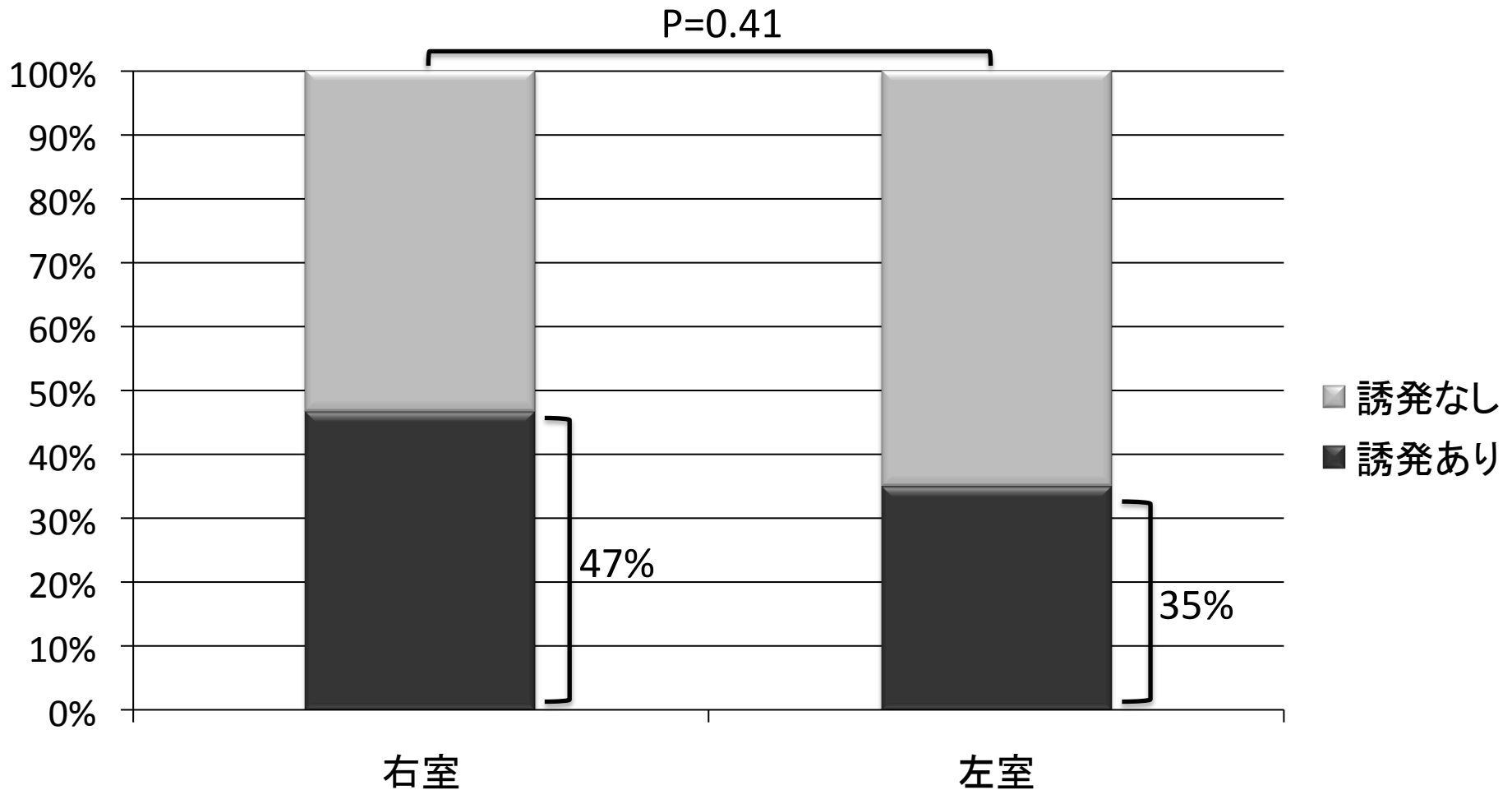


# 図3 運動による心室頻拍の誘発性 (発生機序での検討)

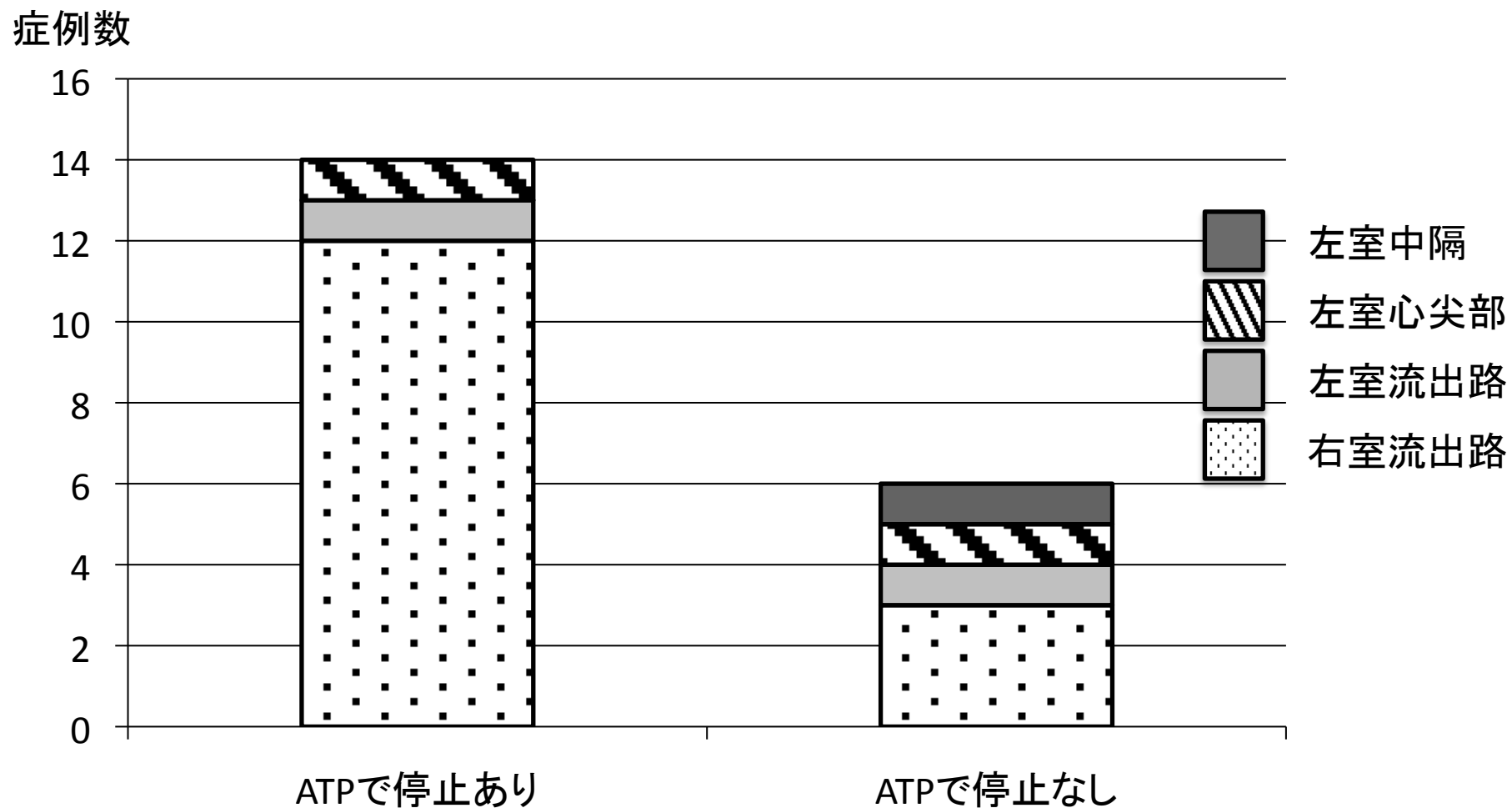




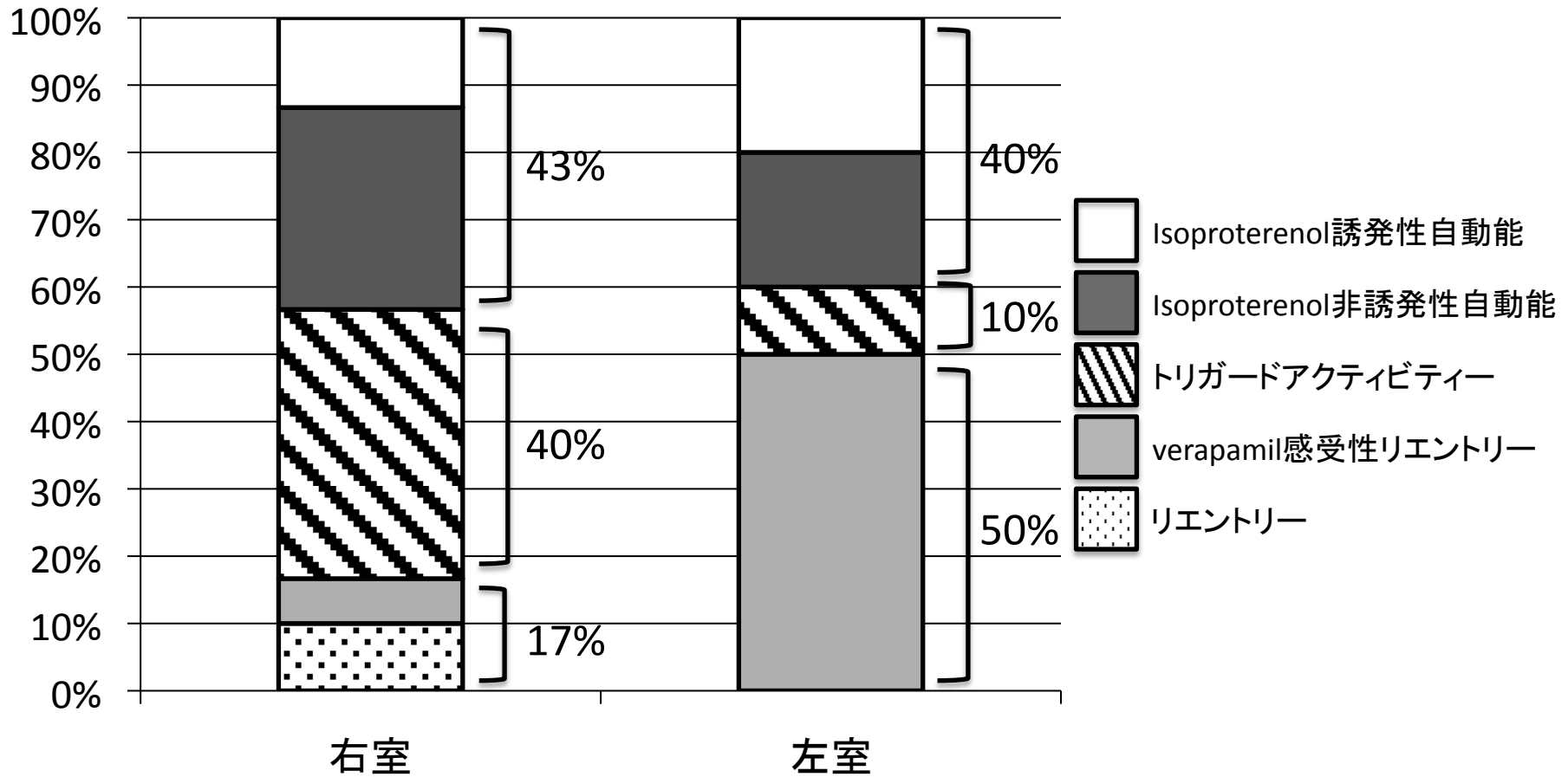
# 図4 プログラム刺激による心室頻拍の誘発性（発生起源での検討）



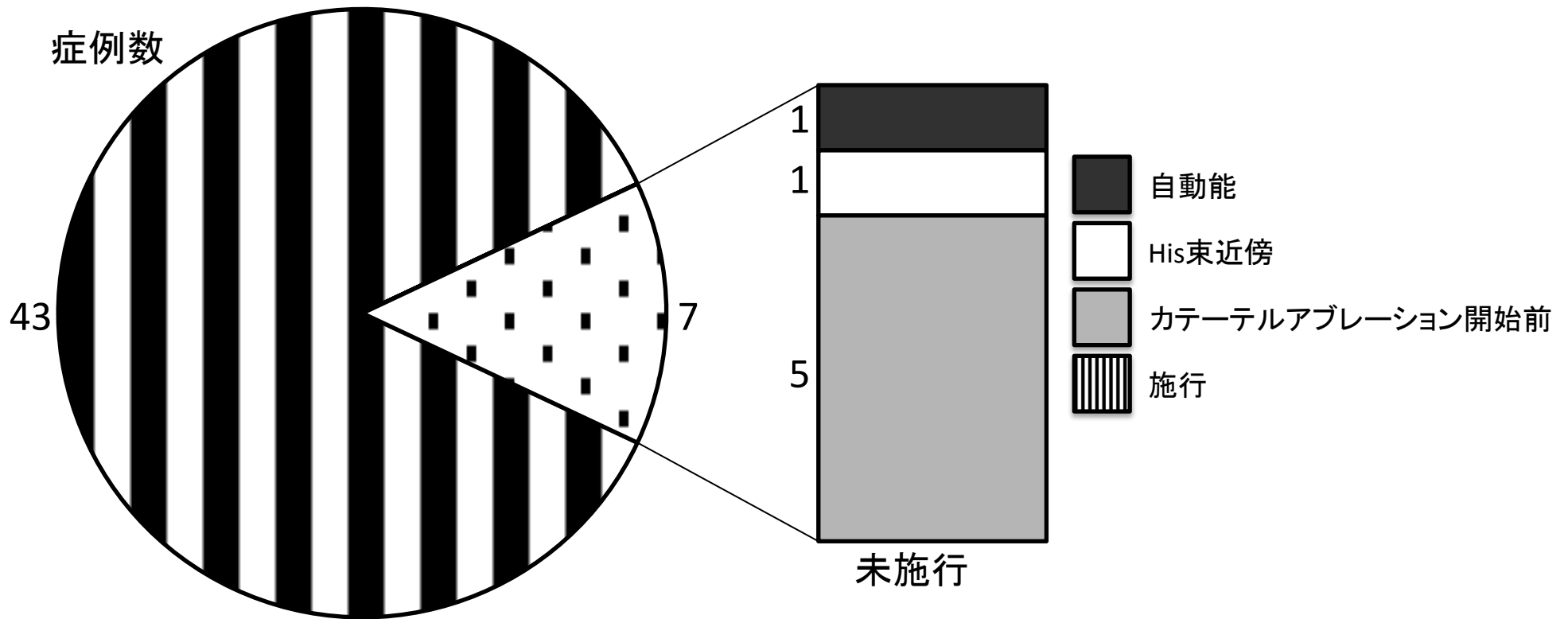
# 図5 ATPによる心室頻拍の停止効果



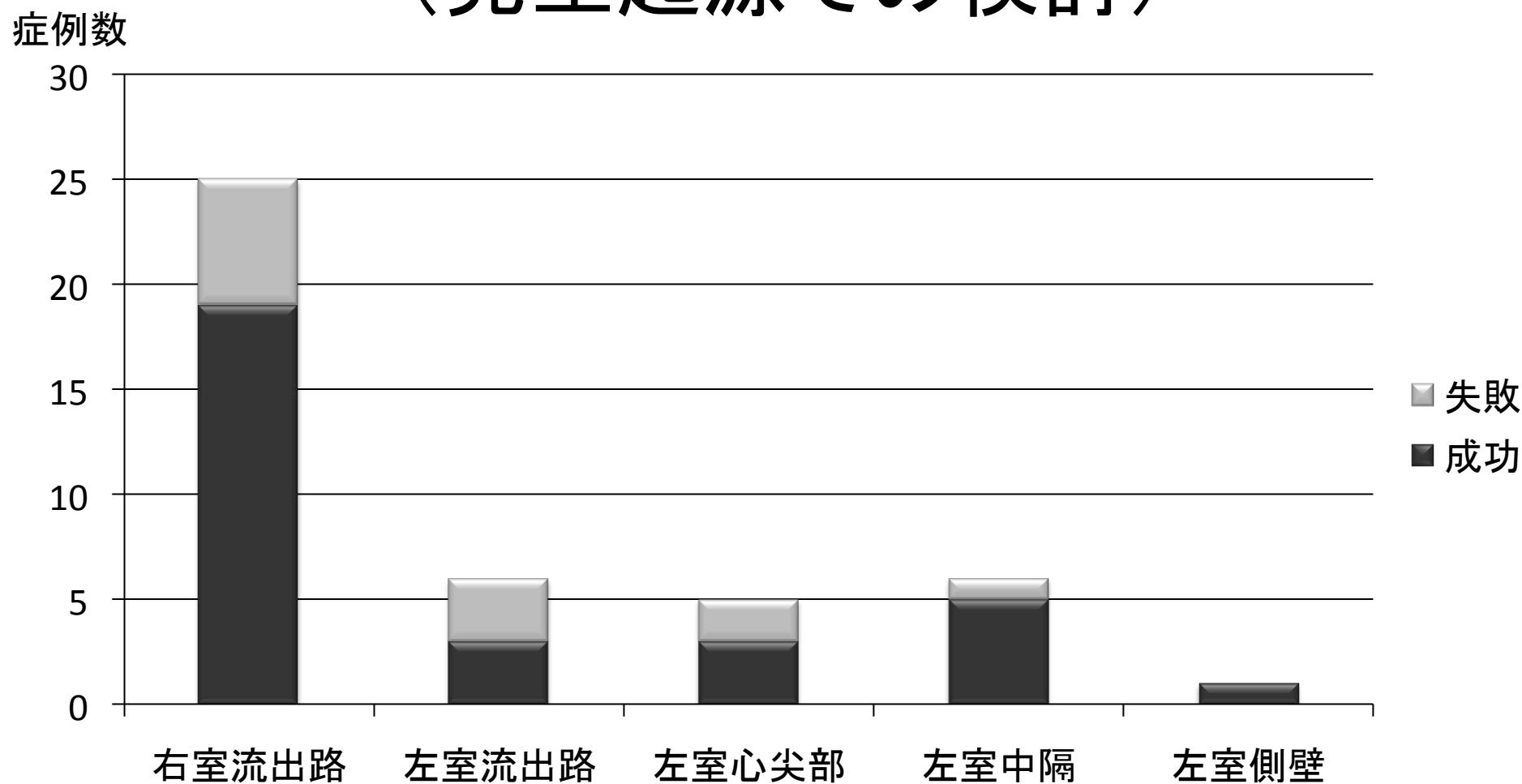
# 図6 心室頻拍の発生機序



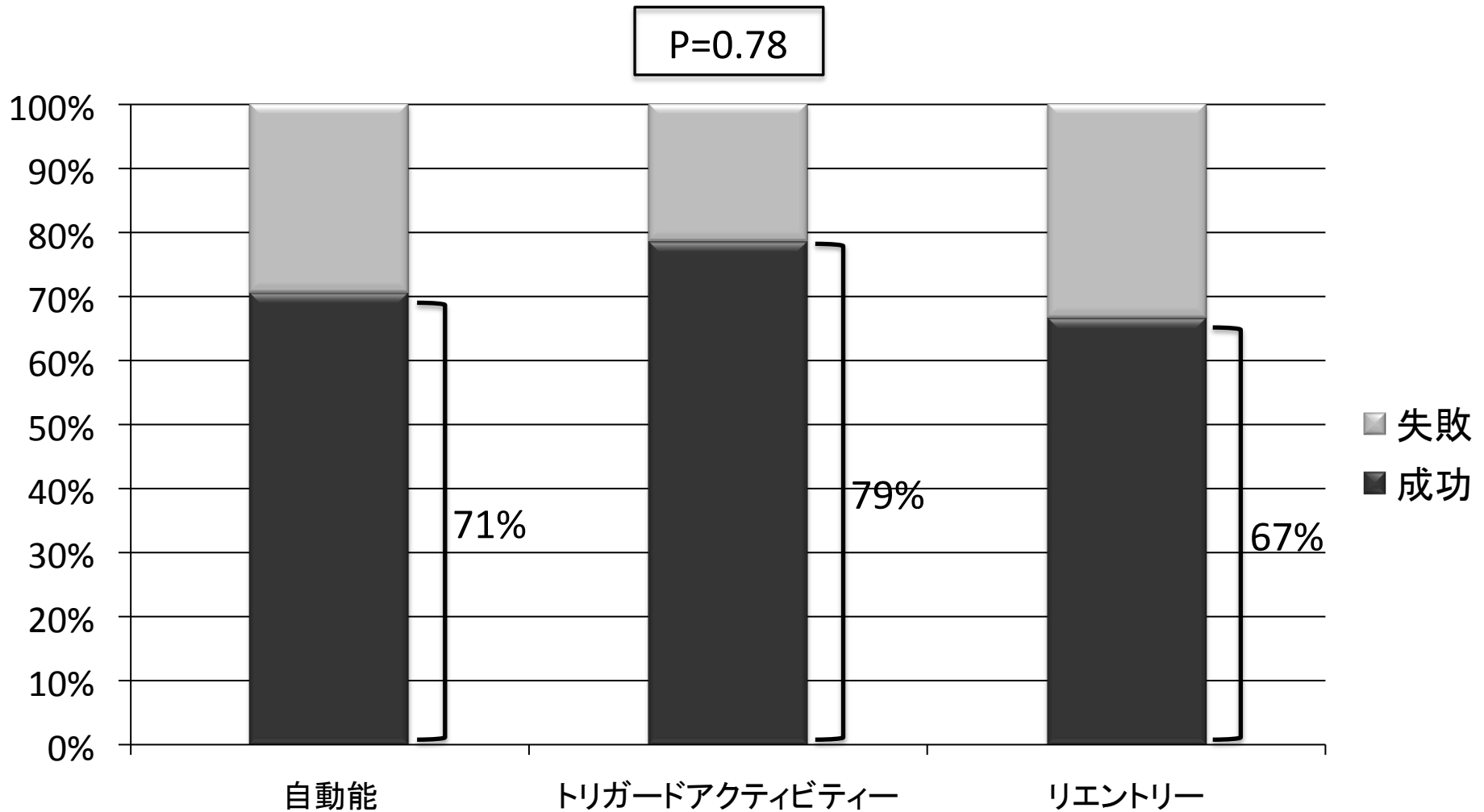
# 図7 カテーテルアブレーションの施行状況



# 図8 カテーテルアブレーションの結果 (発生起源での検討)



# 図9 カテーテルアブレーションの結果 (発生機序での検討)



## 図 説

- 図 1 心室頻拍の発生起源
- 図 2 運動による心室頻拍の誘発性（発生起源での検討）
- 図 3 運動による心室頻拍の誘発性（発生機序での検討）
- 図 4 プログラム刺激による心室頻拍の誘発性（発生起源での検討）
- 図 5 ATP による心室頻拍の停止効果
- 図 6 心室頻拍の発生機序
- 図 7 カテーテルアブレーションの施行状況
- 図 8 カテーテルアブレーションの結果（発生起源での検討）
- 図 9 カテーテルアブレーションの結果（発生機序での検討）

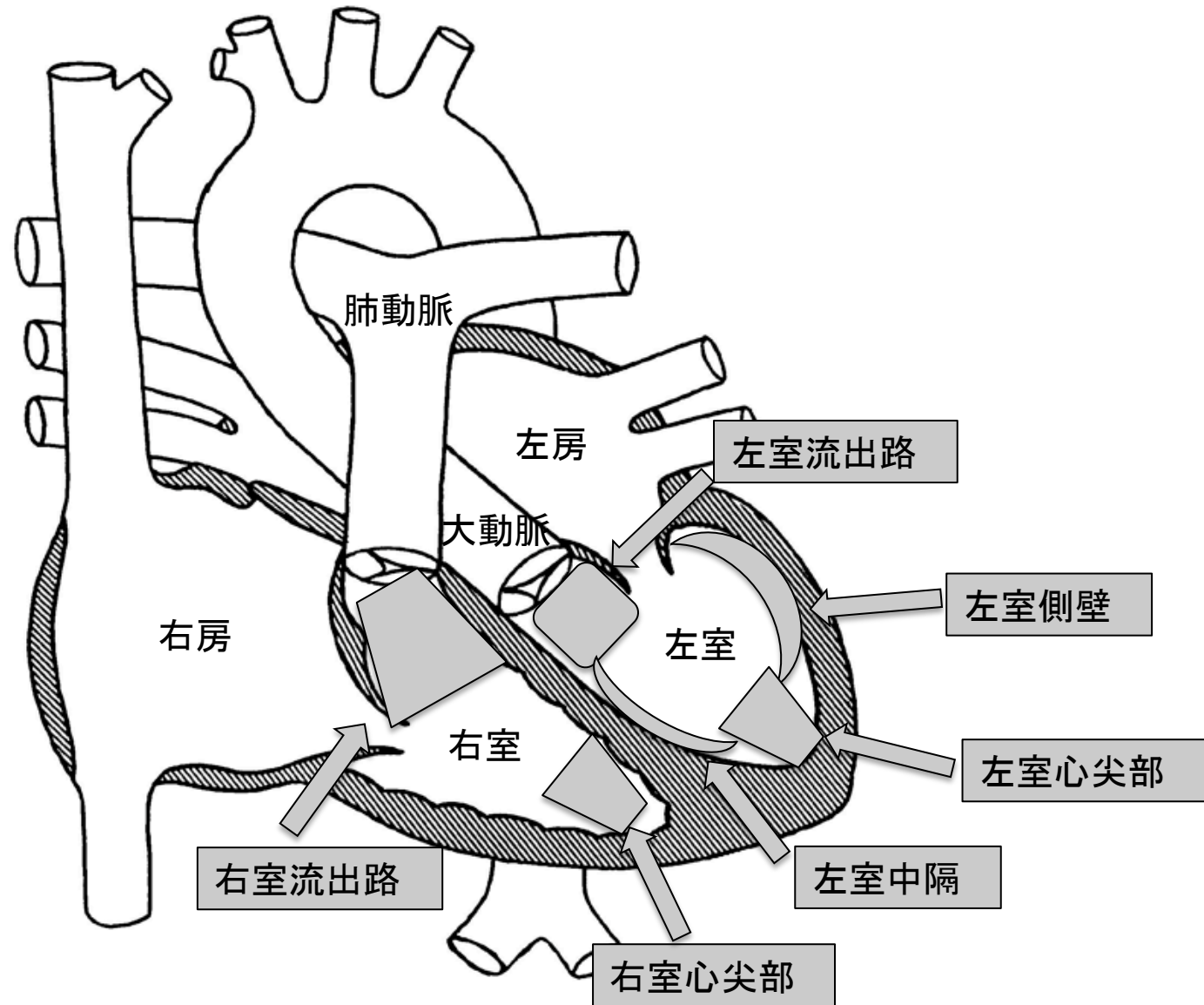
## 参考資料

### 【語彙の解説】

- **プログラム刺激**：連続刺激、および単発から通常3連発までの期外刺激を行う。不応期の測定、頻拍性不整脈の誘発および停止、徐脈性不整脈の誘発などに使用する。
- **overdrive pacing**：自己の脈拍数より早いレートで連続刺激をする方法。
- **pace mapping**：頻回刺激によるQRS波形と頻拍中のQRS波形が酷似している部位を探す方法。
- **entrainment pacing**：頻拍の興奮の間に連続して、頻拍より早い周期で刺激を加える pacing。
- **entrainment 現象**：リエントリーを機序とする場合、頻拍の周期が pacing の周期に同調し頻拍周期が変化する。この現象を **entrainment 現象**という。
- **fractionated electrogram**：低電位で細かく分裂した電位。細胞間の結合低下による伝導遅延を示している。

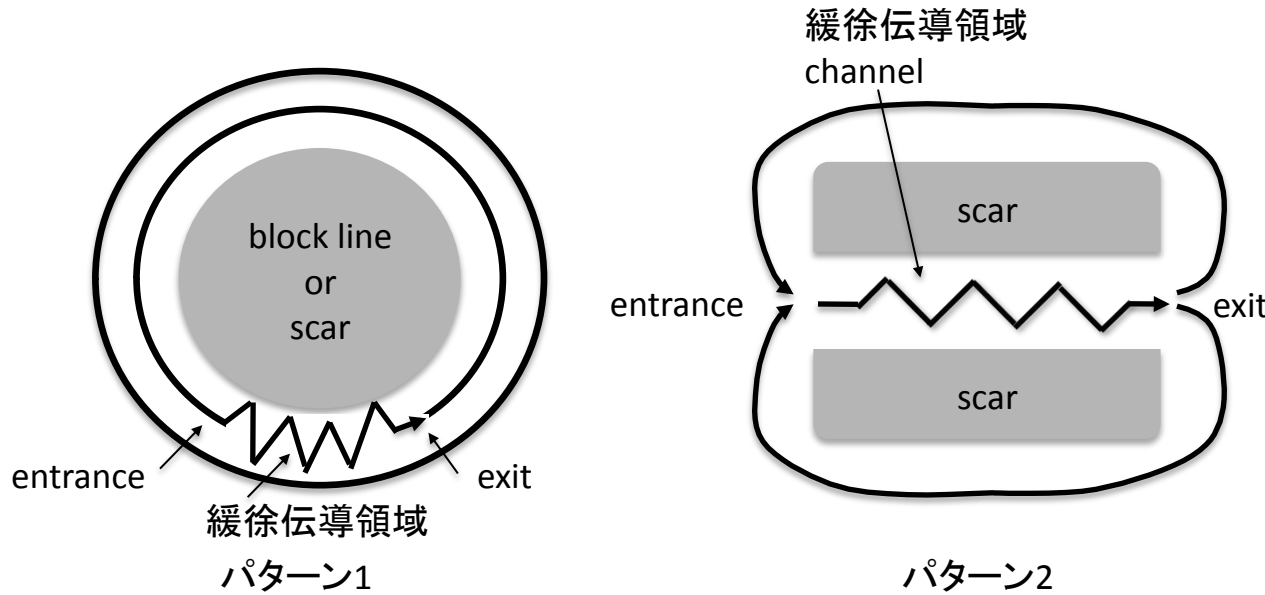


# 心室頻拍の発生起源

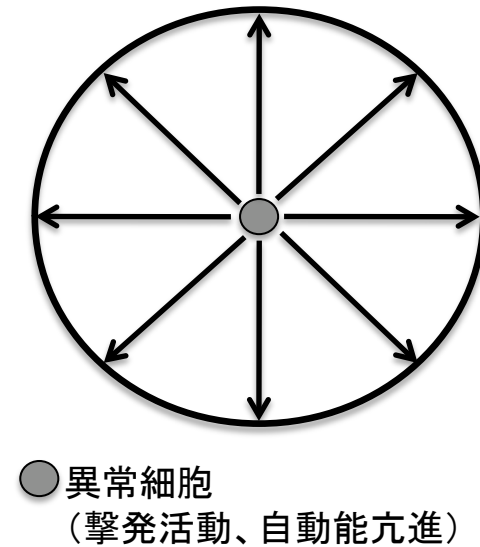


# 不整脈の発生機序

## リエントリー



## フォーカルパターン



### ◆リエントリー

- パターン1: 緩徐伝導領域が存在し、その部位の伝導は遅いためexit近傍の細胞が不応期を脱することができ、リエントリーが成立する。
- パターン2は、繊維化組織 (scar) があり、その中に遅く伝導できる狭い部位 (channel) が存在して、それが緩徐伝導領域となり、パターン1と同様にexit近傍の細胞が不応期に脱することができ、リエントリーが成立する。

### ◆フォーカルパターン (focal pattern)

- ある一部の異常細胞が頻回に刺激を発生して (撃発活動 or 自動能亢進による)、その部位を中心に波紋を描くようにひろがる。

## 引用文献

1. 櫻田春水. 心室頻拍・細動. 井上博, 他編. 臨床心臓電気生理検査 東京, 医学書院; 2002; 265 – 304.
2. 住友直方, 岩本眞理, 牛ノ濱大也, 他. 小児不整脈の診断・治療ガイドライン. 日本小児循環器学会雑誌 2010; Supple: 1 – 62.
3. 奥村 謙、相澤義房、青沼和隆、他: 不整脈の非薬物治療ガイドライン(2011年改訂版).  
[http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2011\\_okumura\\_h.pdf](http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2011_okumura_h.pdf)
4. Di Biase L, Al-Ahamad A, Santangeli P, et al. Safety and outcomes of cryoablation for ventricular tachyarrhythmias: results from a multicenter experience. Heart Rhythm 2011; 8: 968 – 974.
5. Lustgarten DL, Spector PS. Ablation using irrigated radiofrequency: a hands-on guide. Heart Rhythm 2008; 5: 899 – 902.
6. Scherlag BJ, Lau SH, HelfantRH, et al: Catheter technique for recording His bundle activity in man. Circulation 1969; 39: 13-18

7. Iwai S, Cantillon DJ, Kim RJ, et al. Right and left ventricular outflow tract tachycardias: Evidence for a common electrophysiologic mechanism. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2006; 17: 1052 – 1058.
8. Ohe T, Shimomura K, Aihara N, et al. Idiopathic sustained left ventricular tachycardia: Clinical and electrophysiologic characteristics. *Circulation* 1988; 77: 560 – 568.
9. Sung RJ, Keung EC, Nguyen NX, et al. Effects of  $\beta$ -adrenergic blockade on verapamil-responsive and verapamil-irresponsive sustained ventricular tachycardias. *J Clin Invest* 1988; 8: 688 – 699.
10. Griffith MJ, Garratt CJ, Rowland E, et al. Effects of intravenous adenosine on verapamil-sensitive “idiopathic” ventricular tachycardia. *Am J Cardiol* 1994; 73: 759 – 764.
11. Pfammatter JP, Paul T. Idiopathic ventricular tachycardia in infancy and childhood: A multicenter study on clinical profile and outcome: Working Group on Dysrhythmias and Electrophysiology of the

Association for European Pediatric Cardiology. *J Am Coll Cardiol*

1999; 33: 2067 – 2072.

12. Noh CI, Gillette PC, Case CL, et al. Clinical and electrophysiological characteristics of ventricular tachycardia in children with normal hearts. *Am Heart J* 1990; 120: 1326 – 1333.
13. Pfammatter JP, Paul T, Kallfelz HC. Recurrent ventricular tachycardia in asymptomatic young children with an apparently normal heart. *Eur J Pediatr* 1995; 154: 513 – 517.
14. Davis AM, Gow RM, McCrindle BW, et al. Clinical spectrum, therapeutic management, and follow-up of ventricular tachycardia in infants and young children. *Am Heart J* 1996; 131: 186 – 191.
15. Song MK, Baek JS, Kwon BS, et al. Clinical spectrum and prognostic factors of pediatric ventricular tachycardia. *Circ J* 2010; 74: 1951 – 1958.

16. Josephson ME, Horowitz LN, Spielman SR, et al. Role of catheter mapping in the preoperative evaluation of ventricular tachycardia. *Am J Cardiol* 1982; 49: 207 – 410.
17. Josephson ME, Waxman HL, Cain ME, et al. Ventricular activation during ventricular endocardial pacing. II. Role of pace-mapping to localize origin of ventricular tachycardia. *Am J Cardiol* 1982; 50: 11 – 12.
18. Chauhan VS, Nair GM, Sevaptisdis E, et al. Magnetoanatomic mapping of arrhythmias in structural heart disease using a novel multielectrode catheter: early clinical experience. *PACE* 2004; 27: 1077 – 1084.
19. Leenhardt A, Lucerty V, Denjoy I, et al. Catecholaminergic polymorphic ventricular tachycardia in children. A 7-year follow-up of 21 patients. *Circulation* 1995; 91: 1512 – 1519.
20. Goldenberg I, Moss AJ. Long QT syndrome. *J Am Coll Cardiol* 2008; 51: 2291 – 2300.

21. Probst V, Denjoy I, Meregalli PG, et al. Clinical aspects and prognosis of Brugada syndrome in children. *Circulation* 2007; 115: 2042 – 2048.
22. Tada H, Ito S, Naito S, et al. Prevalence and electrocardiographic characteristics of idiopathic ventricular arrhythmia originating in the free wall of the right ventricular outflow tract. *Circ J* 2004; 68: 909 – 914.
23. Timmermans C, Rodriguez LM, Crijns HJ, et al. Idiopathic left bundle-branch block-shaped ventricular tachycardia may originate above the pulmonary valve. *Circulation* 2003; 108: 1960 – 1967.
24. Tada H, Nogami A, Naito S, et al. Left ventricular epicardial outflow tract tachycardia: A new distinct subgroup of outflow tract tachycardia. *Jpn Circ J* 2001; 65: 723 – 730.
25. Shimoike E, Ohnishi Y, Ueda N, et al. Radiofrequency catheter ablation of left ventricular outflow tract tachycardia from the coronary cusp: A new approach to the tachycardia focus. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1999; 10: 1005 – 1009.

26. Sadanaga T, Saeki K, Yoshimoto T, et al. Repetitive monomorphic ventricular tachycardia of left coronary cusp origin. *Pacing Clin Electrophysiol* 1999; 22: 1553 – 1556.
27. Lerman BB, Stein K, Engelstein ED, et al. Mechanism of repetitive monomorphic ventricular tachycardia. *Circulation* 1995; 92: 421 – 429.
28. Rocchini AP, Chun PO, Dick M. Ventricular tachycardia in children. *Am J Cardiol* 1981; 47: 1091 – 1097.
29. Bergdahl DM, Stevenson JG, Kawabori I, et al. Prognosis in primary ventricular tachycardia in the pediatric patient. *Circulation* 1980; 62: 897 – 901.
30. Lemery R, Brugada P, Bella PD, et al. Nonischemic ventricular tachycardia: Clinical course and long-term follow-up in patients without clinically overt heart disease. *Circulation* 1989; 79: 990 – 999.



31. Deal BJ, Miller SM, Scagliotti D, et al. Ventricular tachycardia in a young population without overt heart disease. *Circulation* 1986; 73: 1111 – 1118.
32. Miller JM, Varma N, Josephson ME. Therapy of “idiopathic” ventricular tachycardia. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1997; 8: 104 – 116.
33. O’Connor BK, Case CL, Sokoloski MC, et al. Radiofrequency catheter ablation of right ventricular outflow tachycardia in children and adolescents. *J Am Coll Cardiol* 1996; 27: 869 – 874.
34. Smeets JL, Rodriguez LM, Timmermans C, et al. Radiofrequency catheter ablation of idiopathic ventricular tachycardias in children. *Pacing Clin Electrophysiol* 1997; 20: 2068 – 2071.
35. Hsieh IC, Yeh SJ, Wen MS, et al. Radiofrequency ablation for supraventricular and ventricular tachycardia in young patients. *Int J Cardiol* 1996; 54: 33 – 40.

36. Tanner H, Hindricks G, Schirdewahn P, et al. Outflow tract tachycardia with R/S transition in lead V3: Six different anatomic approaches for successful ablation. *J Am Coll Cardiol* 2005; 45: 418 – 423.
37. Miyamoto K, Tsuchiya T, Narita S, et al. Radiofrequency catheter ablation of ventricular tachyarrhythmia under navigation using EnSite array. *Circ J* 2010; 74: 1322 – 1331.

## 研究業績

福原淳示

1	発表	①一般発表	23	(単 0 / 共 23)
		②特別発表	1	(単 0 / 共 1)
2	論文	①原著論文	5	(単 0 / 共 5)
		②症例報告	12	(単 0 / 共 12)
		③総 説	4	(単 0 / 共 4)
3	著書		2	(単 0 / 共 2)

以 上

## 1 発表

### ① 一般発表

1. 福原淳示, 遠藤あゆみ, 加藤麻衣子, 青柳光洋, 山崎弘貴, 浦上達彦, 知念詩乃, 野口幸男, 藤田之彦: 血糖値不安定な年少児1型糖尿病に対する超速効型インスリン使用の経験, 第501回日本小児科学会東京地方会, 東京, 2002.3.16
2. 福原淳示, 村上仁彦, 高橋昌里, 原田研介: 全身性痙攣で発症したネフローゼ症候群の1歳男児例, 第38回日本小児腎臓病学会学術集会, 東京, 2003. 7.1-3
3. 福原淳示, 知念詩乃, 三沢正弘, 大塚正弘, 関 一郎: サッカーの練習中に発症した小脳梗塞の12歳男児例, 第454回日本大学医学会例会, 東京, 2004.3.13
4. 福原淳示, 楠部潤子, 金子節子, 田辺 良, 荷見博樹, 玉木久光, 知念詩乃, 田中絵里子, 大森多恵, 伊藤昌弘, 三沢正弘, 大塚正弘, 関 一郎: サッカーの練習中に発症した小脳梗塞の12歳男児例, 第519回日本小児科学会東京地方会, 東京, 2004.3.27

5. 福原淳示, 谷口和夫, 住友直方, 阿部 修, 宮下理夫, 金丸 浩, 鮎沢 衛, 唐澤賢祐, 岡田知雄, 原田研介: Bepridil を用いてコントロールが可能となった難治性乳児心房頻拍の 1 例, 第 109 回日本小児科学会, 金沢, 2006.4.21-23
6. 福原淳示, 金丸 浩, 市川理恵, 木多村知美, 阿部 修, 細野茂春, 鮎沢 衛, 住友直方, 湊 通嘉, 岡田知雄, 原田研介, 久野宗一郎, 山本樹生: 胎児期からフォローアップした横紋筋腫の一例, 第 13 回胎児心臓病研究会, 久留米, 2007.2.10-11
7. 福原淳示, 市川理恵, 谷口和夫, 住友直方, 松村昌治, 阿部 修, 宮下理夫, 金丸 浩, 鮎沢 衛, 麦島秀雄: 異なる回路を呈した Senning 術後心房頻拍の 2 例, 第 24 回日本心電学会, 名古屋, 2007.10.5-6
8. 福原淳示, 住友直方, 谷口和夫, 市川理恵, 松村昌治, 阿部 修, 宮下理夫, 金丸 浩, 唐澤賢祐, 鮎沢 衛, 麦島秀雄: 後中隔副伝導路のアブレーション後に II 度房室ブロックを生じた逆方向性房室回帰性頻拍の一例, 第 12 回日本小児心電学研究会, 大坂, 2007.11.17
9. 福原淳示, 住友直方, 谷口和夫, 市川理恵, 松村昌治, 阿部 修, 宮下

- 理夫, 金丸 浩, 唐澤賢祐, 鮎沢 衛, 麦島秀雄, 杉 薫: antidromic  
房室回帰性頻拍に対する後中隔副伝導路のアブレーション後に II 度房  
室ブロックを生じた一例, 第 20 回臨床不整脈研究会, 東京, 2008.1.12
10. 福原淳示, 住友直方, 谷口和夫, 中村隆広, 市川理恵, 松村昌治, 阿部  
修, 宮下理夫, 金丸 浩, 鮎沢 衛, 唐澤賢祐, 麦島秀雄: 左室流出路  
心外膜起源と考えられた心室頻拍の一例, 第 20 回日本 Pediatric  
Interventional Cardiology 研究会, 横浜, 2008.1.18-19
11. 福原淳示, 住友直方, 谷口和夫, 中村隆広, 市川理恵, 松村昌治, 宮下  
理夫, 金丸 浩, 鮎沢 衛, 麦島秀雄, 清水 渉, 平岡昌和:  
Andersen-Tawil 症候群で誘発された 2 方向性心室頻拍に対する Ca 拮  
抗剤と ATP の効果, 第 38 回臨床電気生理研究会, 東京, 2008.5.24
12. 福原淳示, 住友直方, 谷口和夫, 中村隆広, 市川理恵, 松村昌治, 宮下  
理夫, 金丸 浩, 鮎沢 衛, 麦島秀雄: 小児特発性心室頻拍の電気生理  
学的検討, 第 44 回日本小児循環器学会, 福島, 2008.7.2-4
13. 福原淳示, 住友直方, 谷口和夫, 中村隆広, 市川理恵, 松村昌治, 宮下  
理夫, 金丸 浩, 鮎沢 衛, 麦島秀雄, 渡辺一郎: 心房頻拍と心房粗動

の合併により心房細動様の心電図を呈し、三尖弁狭部の線状焼灼と左房の focal ablation により根治した 1 例, 第 20 回カテーテルアブレーション公開研究会, 仙台, 2008.10.15

14. 福原淳示, 住友直方, 谷口和夫, 中村隆広, 市川理恵, 松村昌治, 宮下理夫, 金丸 浩, 鮎沢 衛, 麦島秀雄: 小児特発性心室頻拍のアブレーション成功部位の心室局所電位とペースマッピング所見の検討, 第 25 回日本心電学会, 新潟, 2008.11.1-2

15. 福原 淳示, 住友直方, 谷口和夫, 中村隆広, 市川理恵, 松村昌治, 宮下理夫, 金丸 浩, 鮎沢 衛, 麦島秀雄, 土井庄三郎: 三尖弁、僧帽弁を旋回する心房粗動の 1 例, 第 13 回日本小児心電学研究会, 筑波, 2008.11.15

16. 福原淳示, 住友直方, 谷口和夫, 中村隆広, 市川理恵, 松村昌治, 阿部修, 宮下理夫, 金丸 浩, 鮎沢 衛, 麦島秀雄, 渡辺一郎: 心房頻拍と心房粗動の合併により心房細動様の心電図を呈し、Ensite と CARTO が頻拍の回路同定に有用と考えられた 1 例, 第 20 回日本 Pediatric Interventional Cardiology 研究会, 東京, 2009.1.16-17

17. 福原淳示, 住友直方, 谷口和夫, 中村隆広, 市川理恵, 松村昌治, 阿部修, 宮下理夫, 金丸 浩, 鮎沢 衛, 麦島秀雄: 小児心房粗動、心房細動症例の検討, 第 26 回日本心電学会、第 24 回日本不整脈学会 合同集会, 京都, 2009.7.2-4
18. 福原淳示, 住友直方, 谷口和夫, 阿部百合子, 田口洋祐, 中村隆広, 市川理恵, 松村昌治, 阿部 修, 宮下理夫, 金丸 浩, 鮎沢 衛, 岡田知雄, 麦島秀雄: 複数副伝導路を有し治療に難渋した小児例, カテーテルアブレーション関連秋季大会 2009, 川越, 2009.10.16-18
19. 福原淳示, 住友直方, 中村隆広, 市川理恵, 松村昌治, 宮下理夫, 谷口和夫, 金丸 浩, 鮎沢 衛, 岡田知雄, 麦島秀雄: 小児の運動関連上室頻拍の検討, 第 46 回日本小児循環器学会、3<sup>rd</sup> Congress of Asian-Pacific Pediatric Cardiac Society, 2<sup>nd</sup> Congress of Asia-Pacific Society for Adult Congenital Heart Disease, 舞浜, 2010.7.6-9
20. 福原淳示, 住友直方, 小森暁子, 阿部百合子, 中村隆広, 市川理恵, 松村昌治, 宮下理夫, 金丸 浩, 鮎沢 衛, 麦島秀雄, 松永 保: Lower



loop reentry と考えられた心室中隔欠損術後心房粗動の 1 例, 第 22 回

アブレーション研究会公開研究会, 八王子, 2010.10.22

21. 福原淳示, 井口洋美, 平井聖子, 西口康介, 三澤正弘, 大塚正弘, 住友

直方: 当院における小児頻脈性不整脈患者の臨床的特徴と管理の検討,

第 47 回日本小児科循環器学会総会・学術集会, 福岡, 2011.7.6-8

22. Junji Fukuhara, Naokata Sumitomo, Akiko Komori, Yuriko Abe,

Takahiro Nakamura, Rie Ichikawa, Masaharu Matsumura, Michio

Miyashita, Hiroshi Kanamaru, Mamoru Ayusawa, Hideo

Mugishima. Clinical and Electrophysiological Characteristics of

Idiopathic Ventricular Tachycardia in Children. 4<sup>th</sup> Asia Pacific

Heart Rhythm Society Scientific Session, 第 28 回日本心電学会学

術集会, 第 26 回日本不整脈学会学術集会, 福岡, 2011.9.18-22

23. 福原淳示, 住友直方, 阿部百合子, 中村隆広, 市川理恵, 松村昌治,

宮下理夫, 金丸 浩, 鮎澤 衛, 麦島秀雄, 三澤正弘, 大塚正弘. 失

神を認めたファロー四徴症根治術後心房細動の 1 例. 第 14 回日本成人

先天性心疾患学会学術集会, 東京, 2012.1.14-15

② 特別発表

1. 福原淳示, 住友直方, 谷口和夫, 中村隆広, 市川理恵, 松村昌治, 阿部修, 宮下理夫, 金丸 浩, 鮎沢 衛, 岡田知雄, 麦島秀雄: パネルディスカッション II 『器質的新疾患を伴わない小児期不整脈診療』: 器質的心疾患を伴わない小児心房粗動、心房細動症例の検討, 第 45 回日本小児循環器学会, 神戸, 2009.7.15-17

2 論文

① 原著論文

1. Naokata Sumitomo, Shigeru Tateno, Yoshihide Nakamura, Hiroya Ushinohama, Kazuo Taniguchi, Rie Ichikawa, Junji Fukuhara, Osamu Abe, Michio Miyashita, Hiroshi Kanamaru, Mamoru Ayusawa, Kensuke Harada, Hideo Mugishima: Clinical importance of Koch's triangle size in children: a study using 3-dimensional electroanatomical mapping, *Circulation Journal* 71: 1918-1921, 2007.

2. Naokata Sumitomo, Kensuke Karasawa, Kazuo Taniguchi, Rie Ichikawa, Junji Fukuhara, Osamu Abe, Michio Miyashita, Hiroshi Kanamaru, Mamoru Ayusawa, Kensuke Harada: Association of Sinus Node Dysfunction, Atrio-ventricular Node Conduction Abnormality and Ventricular arrhythmia in Patients with Kawasaki Disease and Coronary Involvement, *Circulation Journal* 72: 274-280, 2008.
3. 福原淳示, 住友直方, 中村隆広, 市川理恵, 松村昌治, 阿部 修, 宮下理夫, 谷口和夫, 金丸 浩, 鮎沢 衛, 唐澤賢祐, 麦島秀雄: 小児および若年者の特発性心房粗動, 心房細動の頻度と特徴 –臨床群と誘発群の比較検討–, *日本小児循環器学会雑誌* 26: 332–337, 2010.
4. Junji Fukuhara, Naokata Sumitomo, Takahiro Nakamura, Rie Ichikawa, Masaharu Matsumura, Osamu Abe, Michio Miyashita, Kazuo Taniguchi, Hiroshi Kanamaru, Mamoru Ayusawa, Kensuke Karasawa, Hideo Mugishima. Electrophysiological characteristics of idiopathic ventricular tachycardia in children, *Circulation*

Journal 75: 672-676, 2011.

5. Rie Ichikawa, Naokata Sumitomo, Akiko Komori, Yuriko Abe, Takahiro Nakamura, Junji Fukuhara, Masaharu Matsumura, Michio Miyashita, Hiroshi Kanamaru, Mamoru Ayusawa, Hideo Mugishima. The follow-up evaluation of electrocardiogram and arrhythmias in children with fulminant myocarditis. Circulation Journal 75: 932-938, 2011.

② 症例報告

1. 遠藤あゆみ, 福原淳示, 知念詩乃, 大橋祥子, 山崎弘貴, 野口幸男, 橋本光司, 藤田之彦, 大久保修, 原田研介: 診断に苦慮した新生児ヘルペス脳炎の一例, 日大医学雑誌 63: 91-94, 2004.
2. 市川理恵, 谷口和夫, 住友直方, 福原淳示, 知念詩乃, 平野幹人, 阿部修, 宮下理夫, 金丸 浩, 鮎沢 衛, 唐澤賢祐, 岡田知雄, 原田研介: 心室頻拍と房室回帰性頻拍の double tachycardia を認めた運動誘発性頻拍の一例, 心臓 38(Supple 4): 21-26, 2006.

3. 市川理恵, 住友直方, 福原淳示, 知念詩乃, 平野幹人, 阿部 修, 谷口和夫, 宮下理夫, 金丸 浩, 鮎沢 衛, 唐澤賢祐, 岡田知雄, 原田研介, 河野一樹, 三浦 大: Ebstein 奇形に対するカテーテルアブレーション-CARTO system を用いた副伝導路部位の検討-, 臨床心臓電気生理 30: 191-200, 2007.
4. 福原淳示, 住友直方, 谷口和夫, 市川理恵, 松村昌治, 阿部 修, 宮下理夫, 金丸 浩, 唐澤賢祐, 鮎沢 衛, 麦島秀雄: Antidromic 房室回帰性頻拍に対する後中隔副伝導路のアブレーション後に II 度房室ブロックを生じた 1 例, 心臓 40 (Supple 4): 28-33, 2008.
5. 福原淳示, 住友直方, 谷口和夫, 中村隆広, 市川理恵, 松村昌治, 宮下理夫, 金丸 浩, 鮎沢 衛, 麦島秀雄, 清水 渉, 平岡昌和: Andersen-Tawil 症候群家族例における Epinephrine で誘発された 2 方向性心室頻拍に対する Ca 拮抗剤と ATP の有効性, 臨床心臓電気生理 32: 257-264, 2008.
6. Naokata Sumitomo, Junji Fukuhara, Hideo Mugishima, Kaoru Sugi: Decremental accessory pathway conduction after ablation and

- antidromic atrio-ventricular reciprocating tachycardia 8 years after successful radiofrequency ablation, *Journal of Cardiovascular Electrophysiology* 20: 818-821, 2009.
7. 遠藤あゆみ, 七野浩之, 陳基明, 福原淳示, 加藤麻衣子, 梁尚弘, 麦島秀雄: Posterior Reversible Encephalopathy Syndrome を合併した最重症型再生不良性貧血の一女兒例, *日大医学雑誌* 68: 211-214, 2009.
  8. 市川理恵, 住友直方, 谷口和夫, 福原淳示, 阿部 修, 松村昌治, 宮下理夫, 金丸 浩, 鮎沢 衛, 唐澤賢祐, 麦島秀雄: 洞性頻脈と鑑別が困難な心房頻拍により頻拍誘発性心筋症をきたした 1 小児例, *心臓* 41 (Supple 4): 43-50, 2009.
  9. Naokata Sumitomo, Takahiro Nakamura, Junji Fukuhara, Toshiko Nakai, Ichiro Watanabe, Hideo Mugishima, Masayasu Hiraoka: Clinical effectiveness of pulmonary vein isolation for arrhythmic events in a patient with catecholaminergic polymorphic ventricular tachycardia, *Heart and Vessels* 25: 448-452, 2010.
  10. 小森暁子, 住友直方, 阿部百合子, 田口洋祐, 中村隆弘, 市川理恵, 福

原淳示,松村昌治, 金丸 浩, 鮎沢 衛, 岡田知雄, 麦島秀雄: CRT-Dにより一時的に心機能が回復した Becker 型筋ジストロフィに伴う拡張型心筋症の一例, 心臓 42 (Supple 4): 195-200, 2010.

11. 岡田麻里, 大森多恵, 西口康介, 福原淳示, 玉木久光, 伊藤昌弘, 三澤正弘, 大塚正弘: 新生児期より高血圧を呈した常染色体優性多発性嚢胞腎(ADPKD)の一例, 小児高血圧研究会誌 8: 13-17, 2011.

12. 下澤克宜, 大森多恵, 岡田麻里, 羽生政子, 桃木恵美子, 福原淳示, 西口康介, 玉木久光, 伊藤昌弘, 三澤正弘, 大塚正弘, 岡崎任晴, 山高篤行: 右腎破裂をきたした間欠性水腎症の 1 例, 日本小児腎不全学会雑誌 31: 115-118, 2011.

### ③ 総説

1. 福原淳示, 住友直方: 心室頻拍, 特集「不整脈診断の実際: その時に役立つ知識」, 小児内科 40: 973-978, 2008.

2. 福原淳示, 住友直方: カテコラミン誘発性多形性心室頻拍, 特集「不整脈診断の実際, その時に役立つ知識」, 小児内科 40: 1042-1045, 2008.

3. 福原淳示、住友直方：疾患に対する薬剤の選び方・使い方と注意 循環器疾患 不整脈（頻脈、徐脈），特集「必携 小児の薬の使い方」，小児内科 42 増刊: 416-421, 2010.
4. 福原淳示、住友直方：疾患別の診療 循環器疾患 学校心臓検診で見られる QT 延長の対応法は，疑問解決 小児の診かた，小児内科 43 増刊: 624-628, 2011.

### 3 著書

1. 福原淳示，住友直方：IV 循環器疾患における失神の病態と治療を知る，小児疾患（先天性を含む），（野原隆司編）失神を究める，pp.179-189，MEDICAL VIEW 社，東京，2009.
2. 福原淳示、住友直方：小児の心房細動，（笠貫 宏編集）新しい診断と治療の ABC15，心房細動，改訂第 2 版，pp. 362-368，最新医学社，東京，2009.